

P24118.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Masahiro FUSHIMI et al.

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : OPTICAL COMMUNICATION DEVICE

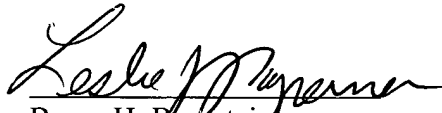
CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2002-320864, filed November 5, 2002. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Masahiro FUSHIMI et al.


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

Reg. No. 33,329

November 4, 2003
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月 5日
Date of Application:

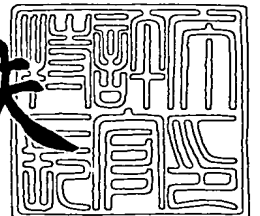
出願番号 特願2002-320864
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-320864]

出願人 ペンタックス株式会社
Applicant(s):

2003年 8月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3070249

【書類名】 特許願

【整理番号】 PX02P129

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/00
H04B 10/12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 伏見 正寛

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 有本 昭

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 塚本 伸治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 水口 直志

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078880

【住所又は居所】 東京都多摩市鶴牧 1 丁目 2 4 番 1 号 新都市センタービル 5 F

【弁理士】

【氏名又は名称】 松岡 修平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 023205

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光通信装置および位置決め方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 情報が含められた光を照射する光源と、
前記光の入射する入射面の少なくともコアの近傍が該コアよりも高い反射率を有する光ファイバと、

前記光源からの光が前記光ファイバの入射面上において形成するスポットを、
第一の方向および該第一の方向とは異なる第二の方向に移動させる移動手段と、
受光面の略中心を通る非平行の二本の境界線によって分割された 4 つの光量検出エリアを備え、前記入射面によって反射した反射光の光量を前記光量検出エリアごとに検出する光量検出手段と、

4 つの前記光量検出エリアにおいて検出される各光量が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御する制御手段と、を有することを特徴とする光通信装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光通信装置において、前記制御手段は、
一方の境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とを比較して二つの前記和が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御するとともに、

もう一方の境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とを比較して二つの前記和が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御することを特徴とする光通信装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の光通信装置において、
前記光量検出手段は、各境界線の延出方向と第一の方向または第二の方向とが略一致するように配設され、

前記制御手段は、第一の方向に延出する境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とが所定の比率になるように前記移動手段を

駆動制御して前記スポットを第二の方向に移動させるとともに、第二の方向に延出する境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とが所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御して前記スポットを前記第一の方向に移動させることを特徴とする光通信装置。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の光通信装置において、

前記制御手段は、任意に抽出した二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御することを特徴とする光通信装置。

【請求項 5】 請求項 1 または 4 に記載の光通信装置において、

前記光量検出手段は、各境界線の延出方向が、第一の方向または第二の方向となす角をほぼ二等分するように配設され、

前記制御手段は、前記受光面の略中心を基準として第一の方向に点対称な位置にある二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御して前記スポットを X 方向に移動させるとともに、前記受光面の略中心を基準として第二の方向に点対称な位置にある二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御して前記スポットを第二の方向に移動させることを特徴とする光通信装置。

【請求項 6】 請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の光通信装置において、

前記所定の比率とは、比較対象が 1 対 1 であることを特徴とする光通信装置。

【請求項 7】 請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の光通信装置において、

前記光ファイバの少なくとも前記コアの近傍は、鏡面が蒸着されることにより高い反射率を有することを特徴とする光通信装置。

【請求項 8】 請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の光通信装置において、前記各光量検出エリアは、

少なくとも前記コアの近傍で反射した光が入射する外部領域と、前記光ファイ

バのコアで反射した光が入射する内部領域とを有し、

前記内部領域の感度は、前記外部領域の感度よりも高く設定されていることを特徴とする光通信装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の光通信装置において、

特定の光量検出エリア Z_m (但し、 m は 1 ～ 4 までの整数) における前記外部領域の感度を a_m 、該外部領域における受光量を A_m 、前記内部領域の感度を b_m 、該内部領域における受光量を B_m とすると、特定の光量検出エリア Z_m における総受光量 L_m は、以下の式 (1)、

$$L_m = A_m + \alpha B_m \cdots (1)$$

但し、 $\alpha = b_m / a_m$

によって表されることを特徴とする光通信装置。

【請求項 10】 請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の光通信装置において、前記移動手段は、

前記光源からの光の光路中に配設され、該光を前記入射面に集光させる第一集光レンズと、

前記第一集光レンズを前記第一の方向に駆動する第一の駆動手段と、

前記第一集光レンズを前記第二の方向に駆動する第二の駆動手段と、を有することを特徴とする光通信装置。

【請求項 11】 請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の光通信装置は、

前記光ファイバの入射面で反射した反射光を前記光量検出手段の受光面に集光する第二集光レンズをさらに有し、

前記入射面と前記受光面は、前記第二集光レンズに対して共役であることを特徴とする光通信装置。

【請求項 12】 光源からの光を、光ファイバを介して伝送する光通信装置において、前記光の光ファイバへの入射位置を決める位置決め方法であって、

前記光源からの光のうち前記光ファイバの入射面で反射した反射光の光量を、受光面の略中心を通り非平行の二本の境界線によって分割された 4 つの光量検出エリアを備える光量検出手段によって検出し、

4 つの前記光量検出エリアによって検出される光量が所定の比率になるように

前記光ファイバの入射面上における前記スポットの位置を決定する位置決め方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信装置における半導体レーザ（以下、LDと記す）と光ファイバとの位置検出の構成に関する。

【0002】

【従来の技術】

光通信装置は、LDで発光し情報による変調を施された光を光ファイバに伝達させる為の装置であり、LD、LDからの光を集光させるレンズ、光ファイバ等の光学部品から構成される。光ファイバー通信を加入者宅内に引き込む回線終端装置（ONU；Optical Network Unit）として使用される光通信モジュールでは、一般的に、送受信を一本の光ファイバで行う双方向型の通信に対応するため、光通信モジュール内にさらに受光素子や、異なる波長の光を分離するためのWDM（Wavelength Division Multiplex）フィルタ等が備えられる。

【0003】

このような光通信モジュールでは、LDからの光を光ファイバのコアの略中心に集光させるため、LDは、コア径が数 μm の光ファイバに対して高精度で位置決めされる。そして通常、これらの光学部品は溶着あるいは接着剤を用いて堅固に固定される。従来の位置決め方法としては、例えば、下記の特許文献1に開示される。

【0004】

【特許文献1】

特開平6-94947号公報

【0005】

特許文献1に開示される位置決め方法によれば、光ファイバから射出された光の光量を検出し、最も該光量が多い状態をもって、コアの略中心にLDからの光が入射していると判断する。

【0006】

しかしながら、一般にファイバ入射面におけるコア部とクラッド部の境界を判別するのは困難である。そのため、光ファイバから射出された光の光量が検出されるまでLDと光ファイバの相対的な位置合わせを試行錯誤で繰り返さなければならず手間がかかり、時間的負担が大きかった。

【0007】

さらに、接着剤を用いて部品の相互位置を位置決め固定することによって光通信モジュールを構成したとしても、次のような問題点が残される。第1に、上記のように光通信モジュールを製造した場合、接着剤の収縮や加工による部品の変形や破壊等がありうるため、接着後、乾燥した後でなければ製品の良否を判定できない点である。また、このような光通信モジュールで高い歩留まりを達成することは比較的難しいと考えられる。第2に、性能に経時変化があった場合、修正することが不可能で、高精度での位置決めを維持することができないという点である。

【0008】**【発明が解決しようとする課題】**

以上の諸事情に鑑み、本発明は、振動等の機械的条件の変化等の環境変化があっても高い性能を維持することのできる光通信装置、さらには簡易にかつ短時間で光ファイバの入射面におけるコアの位置にLDからの光を高い精度をもって入射させることができる位置決め方法を提供することを目的とする。

【0009】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するために本願発明に係る光通信装置は、情報が含められた光を照射する光源と、光の入射する入射面の少なくともコアの近傍が該コアよりも高い反射率を有する光ファイバと、光源からの光が光ファイバの入射面上において形成するスポットを、第一の方向および該第一の方向とは異なる第二の方向に移動させる移動手段と、受光面の略中心を通る非平行の二本の境界線によって分割された4つの光量検出エリアを備え、入射面によって反射した反射光の光量を光量検出エリアごとに検出する光量検出手段と、4つの光量検出エリアにおいて

検出される各光量が所定の比率となるように移動手段を駆動制御する制御手段と、を有することを特徴とする。

【0010】

請求項1に記載の発明によれば、短時間かつ簡易に光ファイバの入射面上におけるコアの位置を検出することができる。また、上記構成により、常時あるいは定期的に検出される光量に基づいて光源からの光の光ファイバ入射面における位置がコア中心に向かうように負帰還制御することができるため、環境変化や経時変化があっても高性能を維持できる光通信装置が提供される。また請求項1に記載の発明は、少なくともコア近傍のクラッド部が高い反射率を有するように加工された光ファイバを使用することにより、コアとコア以外の領域（クラッド）との反射率の差を顕著にしてクラッドでの反射光の光量検出の精度を向上させている。従って、より精度の高い位置決めを行うことができる。

【0011】

さらに、上記特許文献1に開示される方法では、高精度での位置決めが実行されるように、高価な超精密ステージ、ホルダー、さらには射出側に設けられる光検出器を高精度で保持する治具等が必要とされた。これらのステージ等は位置ずれしないように上記の各光学部品を堅固に固定する際にも必要とされる。従って、特許文献1に例示される従来の位置決めシステムは高価かつ複雑な構成になっていた。しかし、請求項1に記載の発明によれば、超精密なステージ等は不要となり、簡素かつ安価な光通信装置が提供される。

【0012】

ここで、上記制御手段は、一方の境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とを比較して二つの和が等しくなるように前記移動手段を駆動制御するとともに、もう一方の境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とを比較して二つの和が等しくなるように前記移動手段を駆動制御することができる（請求項2）。

【0013】

より好ましくは、光量検出手段が、各境界線の延出方向と第一の方向または第二の方向とが略一致するように配設される。これにより、上記制御手段は、第一の方向に延出する境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とが等しくなるように移動手段を駆動制御してスポットを第二の方向に移動させることができる。同時に、第二の方向に延出する境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とが等しくなるように移動手段を駆動制御してスポットを第一の方向に移動させることができる（請求項3）。このような構成により、迅速に光ファイバの入射面におけるコアの位置にLDからの光を高い精度をもって入射させることができる。

【0014】

なお、各境界線の延出方向と第一の方向または第二の方向とが略一致するとは、LDから照射され光ファイバ入射面で反射した光の光路を展開し一直線状にしたと仮定した場合において略一致することを意味する。以下の本文においても同様である。

【0015】

別の観点からは、制御手段は、任意に抽出した二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が等しくなるように前記移動手段を駆動制御することも可能である（請求項4）。

【0016】

より好ましくは、光量検出手段を、各境界線の延出方向と、第一の方向または第二の方向とがなす角をほぼ二等分するように配設する。このような構成により、上記制御手段は、受光面の略中心を基準として第一の方向に点対称な位置にある二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が等しくなるように移動手段を駆動制御してスポットをX方向に移動させるとともに、受光面の略中心を基準として第二の方向に点対称な位置にある二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が等しくなるように移動手段を駆動制御してスポットを第二の方向に移動させることができる（請求項5）。

【0017】

ここで、各光量検出エリアの感度がどれも略同一である場合には、上記所定の比率を等しく設定すれば所定の比率を決定する際のリファレンス作業を省略することができる（請求項6）。さらに請求項7に記載の発明によれば、上記光ファイバの少なくとも前記コアの近傍は、鏡面が蒸着されることにより高い反射率を有している（請求項7）。

【0018】

また上記特徴に鑑み、光量検出手段は、光ファイバのコアで反射した光が入射する領域が、他の領域、つまりクラッドで反射した光が入射する領域の感度よりも高い感度を有するように構成されることが望ましい（請求項8）。これにより、反射率の低いコアで反射した光の光量も正確に検出され、より一層精度の高い位置決めが実現される。

【0019】

より詳しくは、特定の光量検出エリア Z_m （但し、 m は1～4までの整数）における外部領域の感度を a_m 、該外部領域における受光量を A_m 、内部領域の感度を b_m 、該内部領域における受光量を B_m とすると、特定の光量検出エリア Z_m における総受光量 L_m が、以下の式（1）、

$$L_m = A_m + \alpha B_m \cdots (1)$$

但し、 $\alpha = b_m / a_m$

によって求められるように光量検出手段を構成することが好ましい（請求項9）。

【0020】

上記移動手段としては、光源からの光の光路中に配設され、該光を入射面に集光させる第一集光レンズを第一の方向および第二の方向に移動させることが考えられる。すなわち、請求項7に記載の発明によれば、上記移動手段は、該第一集光レンズと、第一集光レンズを第一の方向に駆動する第一の駆動手段と、第一集光レンズを第二の方向に駆動する第二の駆動手段と、を有することが望ましい（請求項10）。なお、上記移動手段としては、他にも、光源を第一の方向および第二の方向に駆動する手段を備える構成にすることもできるし、光路上光源と光

ファイバ間に頂角可変プリズムを配置する構成にすることもできる。

【0021】

なお、光ファイバの入射面で反射した光を光量検出手段の受光面に集光させる第二集光レンズを配設することが好ましい。その際、該入射面と該受光面とは、第二集光レンズに対して共役な関係にすることにより、光量検出手段で検出される光のコントラストが向上するため、検出精度をあげることができる（請求項11）。

【0022】

また、本発明に係る位置決め方法は、光源からの光を、光ファイバを介して伝送する光通信装置において、前記光の光ファイバへの入射位置を決める位置決め方法である。具体的には、光源からの光のうち光ファイバの入射面で反射した反射光の光量を、入射面と共役な位置に配設され、受光面の中心を通過して互いに直交する二本の境界線によって等分割された4つの光量検出エリアを備える光量検出手段によって検出する。そして、4つの光量検出エリアによって検出される光量が全て等しくなるように光ファイバの入射面上におけるスポットの位置を決定する。

【0023】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の第1の実施形態としての光通信モジュール10の構成を表す図である。光通信モジュール10は、光ファイバー通信を加入者宅内に引き込むONUとして用いられる。例えば光通信モジュール10は、一本の光ファイバで上り信号として波長 $1.3\mu\text{m}$ を送信し、下り信号として $1.5\mu\text{m}$ の信号を受信するように構成された、双方向のWDM伝送に対応した光通信モジュールである。

【0024】

送信用の信号光の光源であるレーザLDは面発光レーザであり、送信用の情報によって変調されるように構成されている。レーザLD、第一集光レンズ2、および光ファイバ3は、共通の光軸上に配置され、レーザLDで発光された波長 $1.3\mu\text{m}$ の送信光は、第一集光レンズ2によって光ファイバ3の入射面3aに向

けて集光される。集光された送信光は、光ファイバを介して受信側の光通信モジュール（不図示）に伝送される。

【0025】

以下、光通信モジュール10における、光ファイバ3の入射面3aに入射する送信用の信号光の位置決め処理に関して説明する。本実施形態の光通信モジュール10は、上記のレーザLD、第一集光レンズ2、および光ファイバ3と、第二集光レンズ4、光検出器5、コントローラ6、アクチュエータ7を備える。

【0026】

上述したように、レーザLDで発光された光は、第一集光レンズ2を介して光ファイバ3の入射面3aに入射する。入射面3aは、クラッド3b、コア3cを備える。なお、本明細書では、説明の便宜上、コア3cの中心は光ファイバ3の中心と一致するものとする。クラッド3bの略全域には、反射率を高めてより精度の高い光量検出を実現するために、ミラー面3dが蒸着されている。ここで、入射面3aで反射する光を第二集光レンズ4（光検出器5）に導くため、光ファイバ3は、入射面3aとレーザLDから照射された光の光路とが直交しないように配設される。本実施形態では、光ファイバ3の延出方向と直交する面以外の面で切断した光ファイバ3を使用することにより、光ファイバ3を水平に配設したときに入射面3aが該光路と直交しないようにしている。これにより、入射面3aで反射した光が入射面3aに入射する光の光路と同一経路を進むことが無くなり、光分岐素子等の光学部材を該光路中に配設する必要が無くなる。つまり、光通信モジュール10の構成を簡素化することができる。

【0027】

光ファイバ3の入射面3aによって反射した反射光は第二集光レンズ4に入射する。第二集光レンズ4は、該反射光を集光し、光検出器5に導く。光検出器5は、第二集光レンズ4に対して光ファイバ3の入射面3aと共役な位置に配設されている。つまり、光ファイバの中心で反射した反射光は光検出器5の受光面の略中心に入射する。光検出器5は、入射する光の光量変化に関する光量データをコントローラ6に送信する。

【0028】

コントローラ 6 は、アクチュエータ 7 を介して第一集光レンズ 2 を駆動制御することにより、光ファイバ 3 の入射面 3 a 上において光源からの光が形成するスポットの位置を移動させることができる。ここで、アクチュエータ 7 は、コントローラ 6 の制御下、第一集光レンズ 2 を、該レンズ 2 の光軸に垂直な面内の一つの軸方向（X 方向）および該 X 方向とは異なる Y 方向で移動させる。本実施形態では、便宜上、X 方向と Y 方向は互いに直交するものとして説明する。つまり、上記スポットは、該レンズ 2 の駆動する方向に応じて入射面 3 a 上を X 方向または Y 方向に移動する。なお、本明細書では上記第一集光レンズ 2 の駆動方向（X 方向、Y 方向）を基準として位置関係および方向を説明する。

【0029】

図 2 は、光検出器 5 の受光面の構成を表す図である。光検出器 5 の受光面は、中心 C を通り X 方向に延出する第一の境界線と中心 C を通り Y 方向に延出する第二の境界線とによって 4 つの光量検出エリア Z 1 ～ Z 4 に等分割されている。また、各光量検出エリア Z 1 ～ Z 4 はそれぞれ、クラッド 3 b で反射した光が入射する外部領域 o 1 ～ o 4 と、コア 3 c で反射した光が入射する内部領域 i 1 ～ i 4 とから構成される。なお、本実施形態では装置に組み込む際の利便性や位置決め処理の簡易化を図るために上記のような光検出器 5 の構成を採用しているが、本発明を実施するにあたっては、上記構成以外の光検出器 5 を使用することも可能である。例えば、各エリア Z 1 ～ Z 4 は等分割されていなくてもよい。また第一の境界線と第二の境界線は非平行であればよく、必ずしも X 方向および Y 方向と一致する、換言すれば二本の境界線が直交しなくてもよい。

【0030】

ここで、コア 3 c の反射率はクラッド 3 b の反射率よりも極めて低い。そのため、内部領域 i 1 ～ i 4 での受光量が微量となり、後述するコントローラ 6 が行う位置決めに関する制御が正確に行われぬおそれがある。そこで、本実施形態では、外部領域 o 1 ～ o 4 との関係において、内部領域 i 1 ～ i 4 の感度を高めることにより、コア 3 c で反射した光の光量を高精度で検出可能にしている。

【0031】

すなわち、特定の光量検出エリア Z m（但し、m は 1 ～ 4 のいずれかの整数）

において、外部領域 o_m の感度を a_m 、該外部領域 o_m における受光量を A_m 、内部領域 i_m の感度を b_m 、該内部領域 i_m における受光量を B_m とする。特定の光量検出エリア Z_m は、特定の光量検出エリア Z_m における総受光量 L_m が、以下の式 (1)、

$$L_m = A_m + \alpha B_m \cdots (1)$$

但し、 $\alpha = b_m / a_m$

を満たすように設定される。

【0032】

コントローラ 6 は、各光量検出エリア $Z_1 \sim Z_4$ において検出された光量に対応する光量データを受信すると、各光量データに基づいて、入射面 3a 上におけるスポットの位置（つまり LD からの光の入射面 3a 上での入射位置）がコア 3c の中心位置から X 方向にどれだけずれているかを求める。具体的には、コントローラ 6 は、コア 3c の中心位置からスポットの位置までの X 方向のずれ量を、X 方向の光量差として求める。X 方向の光量差は、第二の境界線を基準として、X 方向のマイナス側にあるエリア Z_1 およびエリア Z_3 で検出される光量の和と、X 方向のプラス側にあるエリア Z_2 およびエリア Z_4 で検出される光量の和と、を比較することにより求められる。すなわち、X 方向の光量差 L_x は、以下の式 (2) によって求められる。

$$L_x = (L_1 + L_3) - (L_2 + L_4) \cdots (2)$$

【0033】

図 3A～図 3C は、入射面 3a で反射した反射光の光検出器 5 の受光面における入射位置を 3 例 ($P_1 \sim P_3$) 示した図である。各図中、破線領域は内部領域 $i_1 \sim i_4$ 、つまり入射面 3a におけるコア 3c に相当する領域を示す。図 3A は、反射光の入射位置 P_1 が受光面の中心 C よりも X 方向にマイナス側にある状態を示す。図 3B は、反射光の入射位置 P_2 が該中心 C よりも X 方向にプラス側にある状態を示す。図 3C は、反射光の入射位置 P_3 が該中心 C と略一致する状態を示す。なお、説明の便宜上、図 3A～図 3C に示す反射光の入射位置 $P_1 \sim P_3$ は、どれも、コア 3c 中心から Y 方向のずれを有しないものとする。

【0034】

ここで、上記のように入射面 3 a と光検出器 5 の受光面とは共役な関係にある。従って、図 3 A ~ 図 3 C にそれぞれ示す、反射光の光検出器 5 の受光面における入射位置 P 1 ~ P 3 は、入射面 3 a 上におけるスポットの位置に略等しい。つまり、図 3 A は、入射面 3 a 上におけるスポットが、コア 3 c 中心から X 方向のマイナス側にずれた位置 P 1 にある状態を示すともいえる。同様に、図 3 B は、入射面 3 a 上におけるスポットが、コア 3 c 中心から X 方向のプラス側にずれた位置 P 2 にある状態を示すともいえる。そして、図 3 C は、入射面 3 a 上におけるスポットが、コア 3 c 中心と略一致する位置 P 3 にある状態を示すともいえる。

【0035】

図 4 は、スポットの X 方向における位置と X 方向の光量差 L_x との関係を表すグラフである。図 4 に示すように、反射光が受光面の略中心位置 P 3 に入射する、換言すれば入射面 3 a 上におけるスポットが、コア 3 c 中心と略一致する位置 P 3 にある場合（図 3 C）、X 方向の光量差 L_x は 0 になる。従って、コントローラ 6 は、上記式（2）より算出された X 方向の光量差 L_x が 0 になるように、アクチュエータ 7 を介して第一集光レンズ 2 を駆動して、入射面 3 a 上でのスポットの位置を X 方向に移動させる。

【0036】

具体的には、反射光の入射位置が X 方向のマイナス側にずれている場合、 $(L_1 + L_3) > (L_2 + L_4)$ となる。従って、図 4 に示すように、X 方向の光量差 L_x はプラスになる。X 方向の光量差 L_x がプラスになると、コントローラ 6 は、該光量差 L_x が 0 になるまで、アクチュエータ 7 を介して第一集光レンズ 2 を移動させることにより入射面 3 a 上でのスポットの位置を X 方向のプラス側に移動させる。これにより、入射面 3 a 上において、スポットの位置の X 方向のプラス側へのずれをなくすることができる。

【0037】

例えば、図 3 A に示すように反射光の入射位置が P 1 にある場合、光量検出エリア Z 2 および Z 4 には反射光が入射していないため、 $(L_2 + L_4)$ の値が 0

となる。このとき、X方向の光量差 L_x は、図4に示すように最も高いプラスの値をとっている。反射光の入射位置がP1にある場合、コントローラ6は、上記の通り、X方向の光量差 L_x が0になるまで、つまり反射光の入射位置がP3になるまで、入射面3a上でのスポットの位置をX方向のプラス側に移動させる。

【0038】

また、反射光の入射位置がX方向のプラス側にずれている場合、

$$(L_1 + L_3) < (L_2 + L_4)$$

となる。従って、図4に示すように、X方向の光量差 L_x はマイナスになる。X方向の光量差 L_x がマイナスになると、コントローラ6は、該光量差 L_x が0になるまで、アクチュエータ7を介して第一集光レンズ2を移動させることにより入射面3a上でのスポットの位置をX方向のマイナス側に移動させる。これにより、入射面3a上において、スポットの位置のX方向のマイナス側へのずれをなくすることができる。

【0039】

例えば、図3Bに示すように反射光の入射位置がP2にある場合、光量検出エリアZ1およびZ3には反射光が入射していないため、 $(L_1 + L_3)$ の値が0となる。このとき、X方向の光量差 L_x は、図4に示すように最も高いマイナス値になる。反射光の入射位置がP2にある場合、コントローラ6は、上記の通り、X方向の光量差 L_x が0になるまで、つまり反射光の入射位置がP3になるまで、入射面3a上でのスポットの位置をX方向のマイナス側に移動させる。

【0040】

コントローラ6が、上記のようにX方向の光量差 L_x を0にするように負帰還制御することにより、X方向において、ずれをなくし、高精度でスポットをコア3c中心に位置するような位置決めを行うことができる。

【0041】

なお、以上の説明は、X方向に関して光の入射位置を負帰還制御する場合の内容である。Y方向に関する光の入射位置に関する位置決め処理も同様の原理で実行することができる。但し、Y方向に関する位置決め処理において、入射面3a上におけるスポットのY方向への移動量を決定するY方向の光量差 L_y は、以下

の式 (3) によって算出される。

$$L_y = (L_1 + L_2) - (L_3 + L_4) \cdots (3)$$

【0042】

以上の位置決め処理によってX方向の光量差 L_x およびY方向の光量差 L_y がともに0になると、コントローラ6は、LDからの光の入射位置がコア3c中心位置にあると判断する。なお、LDからの光の入射位置がコア3c中心位置にあるとき、各光量検出エリアZ1～Z4における各検出光量 $L_1 \sim L_4$ は略等しい関係にある。また、上記説明では、便宜上、X方向の位置決め処理とY方向の位置決め処理とを区別して説明したが、実際の光通信モジュール10では、X方向の位置決め処理とY方向の位置決め処理は略同時に行われる。以上が光通信モジュール10における位置決め処理の説明である。

【0043】

なお、上述した位置決め処理は、光通信モジュール10製造時の初期調整で行われるだけでなく、光通信モジュール10の電源投入後、光通信を行っている間も常時実行される。すなわち、コントローラ6は、光検出器5から常時、あるいは定期的に送信される光量データに基づいて算出したX方向の光量差 L_x およびY方向の光量差 L_y を参照している。そしてコントローラ6は、各光量差 L_x 、 L_y が0に維持されるように上記位置決め処理を実行する。

【0044】

本発明に係る光通信装置は、上記実施形態以外の処理によっても高い精度で位置決めすることが可能である。例えば、検出光量を光量検出エリア単位で比較して、各光量検出エリアでの検出光量が全て等しくなるようにスポットの位置を移動させることによって位置決めすることも可能である。具体的には、図2中、エリアZ1での検出光量 L_1 とエリアZ2での検出光量 L_2 とを比較して、両者が等しくなるように第一集光レンズ2をX方向に移動させる。以下、必要に応じて、エリアZ1とエリアZ3、エリアZ2とエリアZ4、エリアZ3とエリアZ4、のそれぞれについても同様の処理を行えばよい。

【0045】

上記では、位置決め処理の簡素化および迅速化を図るために最適な実施形態と

して、第一の境界線の延出方向がX方向と一致し、かつ第二の境界線の延出方向がY方向と一致するように光検出器5を配設していると説明した。本発明の光通信装置は、各境界線の延出方向と第一集光レンズ2の可動方向とは必ずしも一致しなくても入射面3aにおけるスポットの位置決めは可能である。例えば、検出光量を光量検出エリア単位で比較する位置決め処理においては、各境界線の延出方向とX方向またはY方向とのなす角をほぼ二等分するように光検出器5を配設することができる。例えば、上記実施形態でいえば、光検出器5は、各境界線の延出方向とX方向またはY方向とのなす角が 45° になるように配設される。この場合、コントローラ6は、中心Cを基準として対角にある二つのエリア（Z1とZ4、あるいはZ2とZ3）での検出光量を比較して、比較対象である各光量（L1とL4、あるいはL2とL3）が等しくなるようにスポットの位置を移動させる。

【0046】

また上記実施形態では、光検出器5の検出精度の向上を図るために、光検出器5は、第二集光レンズ4に対して光ファイバ3の入射面3aと共役な位置に配設されている。本発明の光通信装置は、光検出器5と入射面3aとを共役に配置しない場合でも上記実施形態と略同一の効果を奏する。

【0047】

また上記説明では、光量検出エリアZ1～Z4の感度がどれも同一であるとの前提のもと、コントローラ6は、比較対象である光量が等しくなる（1：1になる）ようにスポットの位置決めを行っている。しかし、各エリアの感度が等しくない場合でも本発明を実施することができる。但し、その場合、コントローラ6は、比較対象である各エリアでの検出光量が所定の比率となるようにスポットの位置決めをする。

【0048】

また、上記の実施形態では、コア3c以外領域の反射率を高めるために、クラッド3bの略全域にミラー面3dを設けている。クラッド3bの略全域にミラー面3dを設ければ、入射面3aの加工が簡易に行われるという利点がある。ここで予め、取り付け機構等により、LDからの光がコア3c近傍に入射することが

保証されるのであれば、光ファイバ3は、ミラー面をクラッド3bの略全面に設けるのではなく、コア3c周辺にのみミラー面を設けることも可能である。

【0049】

さらに、上記実施形態では、入射面3aで反射した反射光の光量を高精度で検出し、検出誤差を抑えるために、光検出器5の受光面における内部領域i1～i4は、外部領域o1～o4よりも感度を高く設定されている。ここで、光検出器5が反射率の低いコア3cで反射した光の光量も検出可能であって、かつ予め、コア3cで反射した光の光量（つまり内部領域i1～i4での受光量）とクラッド3dで反射した光の光量（つまり外部領域o1～o4での受光量）との比がわかるのであれば、コントローラ6が該比に基づいて光量差 L_x 、 L_y を算出することができる。従って、この場合、光検出器5の受光面を領域によって感度を変えなくてもよい。

【0050】

また、上記実施形態では、集光レンズ2を駆動させることにより、LDからの光が入射面3aにおいて形成するスポットを移動させてコア3cに位置決めする。スポットの移動手段としては、他の構成によるものであっても良い。例えば、LD自体をX方向やY方向に駆動させることにより、入射面3aにおけるスポットの位置を移動させることも可能である。またスポットの移動手段として、光路上LDと光ファイバ3の間に頂角可変プリズムを配置することも可能である。

【0051】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、短時間で光ファイバのコアの位置を検出ことができ、送信用の信号光の光ファイバの入射面上での入射位置を該コアに一致するように位置決めすることができる。また本発明によれば、常時光源からの光の光ファイバの入射面上での位置がコア中心となるように負帰還制御することが可能となる。このように負帰還制御を行うように構成された光通信装置は、環境変化や経時変化等に左右されることなく、高い性能を維持することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態の光通信モジュールの概略構成を表す図である。

【図 2】

本発明の実施形態の光検出器の受光面の構成を表す図である。

【図 3】

本発明の実施形態の光ファイバ入射面で反射した反射光の光検出器の受光面における入射位置を示した図である。

【図 4】

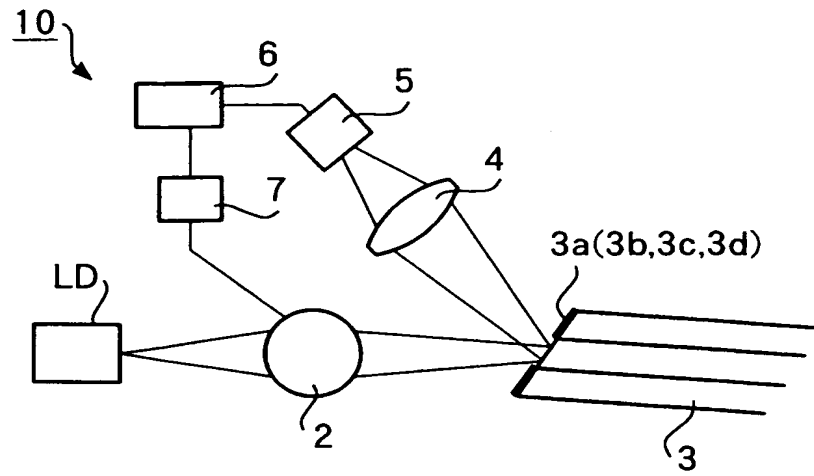
光ファイバ入射面におけるスポットの X 方向における位置と X 方向の光量差 L_x との関係を表すグラフである。

【符号の説明】

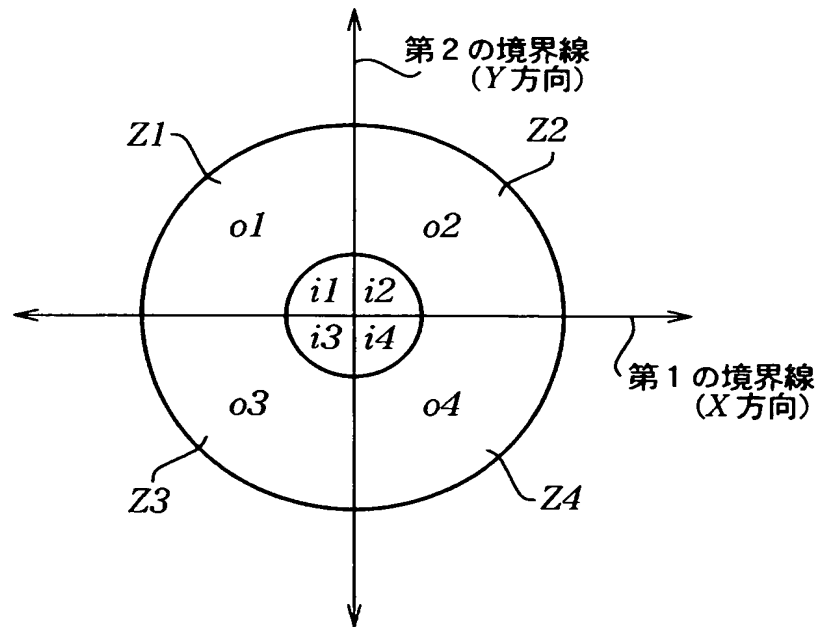
- 2 集光レンズ
- 3 光ファイバ
 - 3 a 入射面
 - 3 b クラッド
 - 3 c コア
 - 3 d ミラー面
- 5 光検出器
- 6 コントローラ
- 10 光通信モジュール

【書類名】 図面

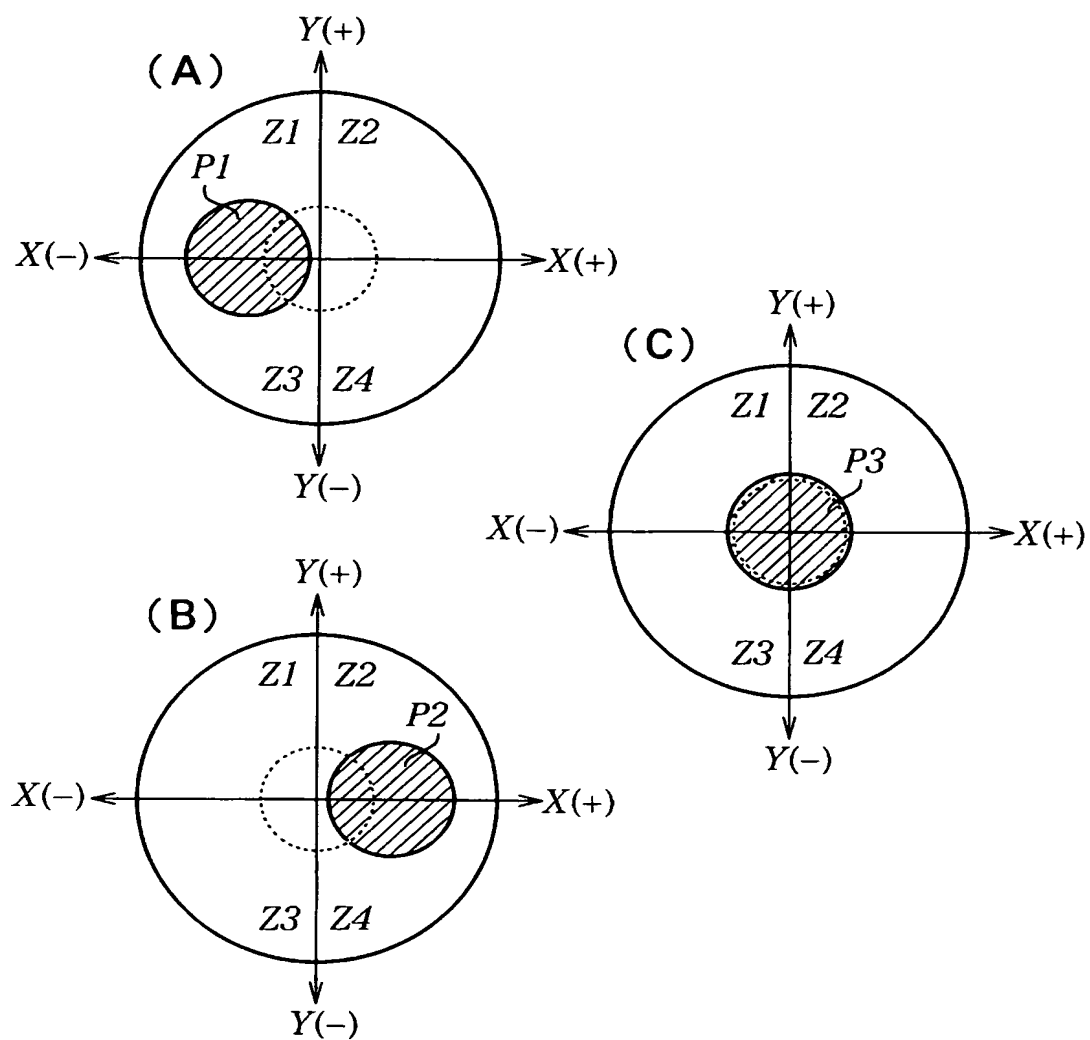
【図 1】



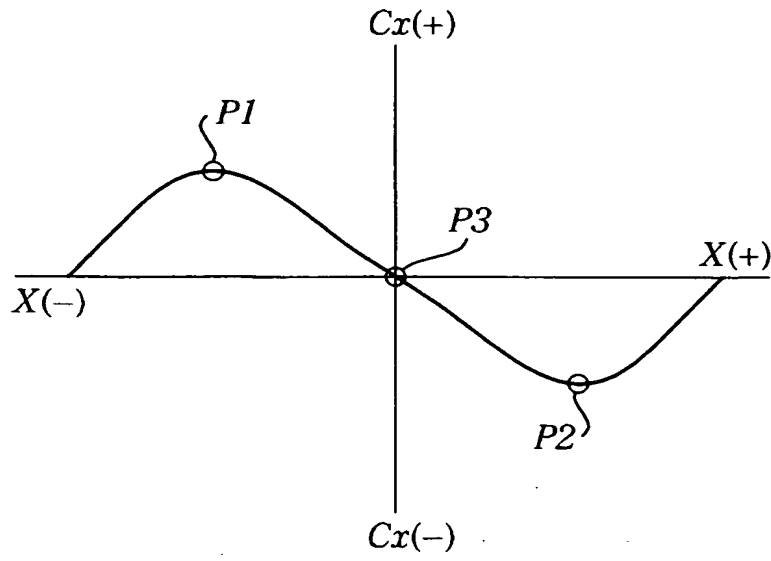
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機械的条件の変化等の環境変化があっても高い性能を維持することのできる光通信装置、さらには簡易にかつ短時間で光ファイバの入射面におけるコアの位置にLDからの光を高い精度をもって入射させることができる位置決め方法を提供すること。

【解決手段】 光通信装置は、光源と、光の入射する入射面の少なくともコアの近傍が該コアよりも高い反射率を有する光ファイバと、光源からの光が光ファイバの入射面上において形成するスポットを、第一の方向および該第一の方向とは異なる第二の方向に移動させる移動手段と、受光面の略中心を通る非平行の二本の境界線によって分割された4つの光量検出エリアを備え、入射面によって反射した反射光の光量を光量検出エリアごとに検出する光量検出手段と、4つの光量検出エリアにおいて検出される各光量が所定の比率となるように移動手段を駆動制御する制御手段と、を有する構成にした。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 2 0 8 6 4
受付番号	5 0 2 0 1 6 6 5 1 5 2
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 6 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年11月 5日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 2 0 8 6 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 0 5 2 7]

- | | |
|----------|--------------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 1 0 日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 |
| 氏 名 | 旭光学工業株式会社 |
| | |
| 2. 変更年月日 | 2 0 0 2 年 1 0 月 1 日 |
| [変更理由] | 名称変更 |
| 住 所 | 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 |
| 氏 名 | ペンタックス株式会社 |